

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**



COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

2123

2102 PATENT
Docket No. JCLA6835
page 1

2

04-32-02

BY

IN THE UNITED STATE PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: *CHEN-FU CHIEN et al.*

Application No. : 09/920,034

Filed : August 01, 2001

For : OVERLAY ERROR MODEL, SAMPLING
STRATEGY AND ASSOCIATED
EQUIPMENT FOR IMPLEMENTATION

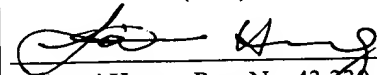
Examiner :

Certificate of Mailing

I hereby certify that this correspondence and all marked attachments are being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on

April 12, 2002

(Date)


Jiawei Huang, Reg. No. 43,330

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

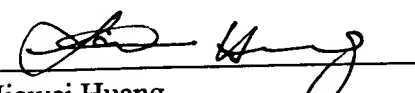
Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of Taiwan Application No. 90104309 filed on February 26, 2001.

A return prepaid postcard is also included herewith.

It is believed no fee is due. However, the Commissioner is authorized to charge any fees required, including any fees for additional extension of time, or credit overpayment to Deposit Account No. 50-0710 (Order No. JCLA6835). A duplicate copy of this sheet is enclosed.

Date: 4/12/2002

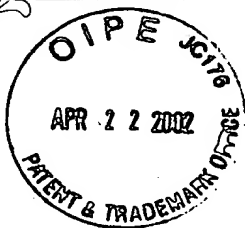
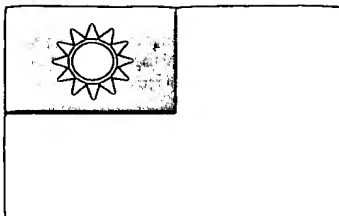
By: 
Jiawei Huang
Registration No. 43,330

Please send future correspondence to:

J. C. Patents
4 Venture, Suite 250
Irvine, California 92618
(949) 660-0761

JCA6835

09/920,034



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申 請 日：西元 2001 年 02 月 26 日
Application Date

申 請 案 號：090104309
Application No.

申 請 人：旺宏電子股份有限公司
Applicant(s)

局 長
Director General

陳 明 邦

發文日期：西元 2001 年 8 月 13 日
Issue Date

發文字號：09011012003
Serial No.

申請日期	
案 號	
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明名稱	中 文	覆蓋誤差模式及其取樣策略程序以及使用該模式與策略程序之裝置
	英 文	
二、發明人	姓 名	1 簡禎富 2 張國浩 3 陳志萍 4 林順利
	國 籍	中華民國
	住、居所	1 新竹市東區豐功里 26 鄰東美路 153 號 2 台中市建新街 45 號 3 新竹市綠水路 61 號 6 樓 4 雲林縣虎尾鎮東明路 51 巷 24 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	旺宏電子股份有限公司
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	新竹科學園區力行路十六號
	代 表 人 姓 名	胡定華

四、中文發明摘要（發明之名稱： 覆蓋誤差模式及其取樣策略程序以
及使用該模式與策略程序之裝置）

在超大型積體電路元件的製造中，覆蓋在電路的設計上是一個相當重要的步驟。在微影製程中，爲了獲得較好的解析度及對準的精確度，必須衡量出覆蓋誤差進而加以補償以達到一個可容受的範圍。因此，本發明乃是在於提供覆蓋誤差模式及其取樣策略程序，並根據此覆蓋誤差模式與取樣策略程序提供一測量覆蓋誤差之相關裝置。

英文發明摘要（發明之名稱： ）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝
訂
線

五、發明說明 (/)

本發明是有關於一種之半導體製程方法與使用該方法之裝置，且特別是有關於一種覆蓋誤差模式及其取樣策略程序以及使用該模式與策略程序之裝置

參考文獻

1. Armitage, J. D. and J. P. Kirk, *Proceedings SPIE: Integrated Circuit Metrology, Inspection, and Process Control II*. 921, 207-222 (1988).
2. Arnold, W. H, *Proceedings SPIE: Optical/Laser Microlithography*, vol. 922, 94-105 (1988).
3. Arnold, W. H., *Proceedings SPIE: Optical Microlithography*, 394, 87-98 (1983).
4. Brink, M. A., C. G. M. Mol and R. A. George, *Proceedings SPIE: Integrated Circuit Metrology, Inspection, and Process Control II*, 921, 180-197 (1988).
5. Draper, N. R. and H. Smith, *Applied Regression Analysis*, John Wiley & Sons (1981).

五、發明說明(2)

6. Hasan, T. F., S. U. Katzman and D. S. Perloff, *IEEE Transactions on Electron Devices*, 27 (12), 2304-2312 (1980).

7. Lin, Z. and W. Wu, *IEEE Transaction on Semiconductor Manufacturing*, 12, 229-237 (1999).

8. MacMillen, D. and W.D. Ryden, *Proceedings SPIE: Optical Microlithography-Technology*, 334, 78-89 (1982).

9. Magome, N. and H. Kavar, *Proceedings SPIE* vol.2197, 990-996 (1994).

10. Perloff, D. S., *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 13(4), 436-444 (1978).

11. Peski, C. K., *Solid State Technology*, 25 (5), 111-115 (1982).

12. Rangarajan, B., M. Templeton, L. Capodieci, R. Subramanian and A. Scranton, *Proceedings SPIE*, vol.3332, 348-359 (1998).

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (3)

13. Schmidt, D. and G. Charache, *Journal of Vacuum Science and Technology*, B9 (6), 3237-3240 (1991).

在半導體的製造上，微影(microlithography)是一個與晶圓製程相關的重要技術。最近，在超大型積體電路(VLSI)的製造中，微影曝光的機台已由晶圓步進與重複系統(step-and-repeat system)取代了掃描投影(scanning projection)的製程方法。爲了使半導體元件能夠發揮正常的功能，超大型積體電路元件製程中，各個圖案化層間的覆蓋(overlay)必須在一個可以容受的範圍(tolerance)內，以完成積體電路的設計。

在晶圓進行曝光製程時，必須增加其細微的解析度(fine resolution)與對準的精確度(alignment accuracy)。請參閱第 1 圖，其爲繪示半導體廠中雙重對準系統 10(dual alignment system)的簡單示意圖。對準偵測器 11(alignment detector)發出光線 12，分別穿過線網 13(reticle)、投影透鏡 14(projection lens)而到達晶圓 15(wafer)上的對準標記 16(alignment mark)，而將晶圓 15 對準，在晶圓 15 對準之後，各個圖案層分別在晶圓 15 上進行曝光，因此有覆蓋(overlay)的設計以控制各個圖案層重疊時的對準精確度。爲了改善量良率，必須提昇對準機的效能，當微影的製程進行時，將覆蓋誤差(overlay errors)控制在一個可容受的範圍內，可以使圖案獲得較佳的對準度。

五、發明說明 (4)

以下是本發明常用的專有名詞與與符號標記：

(x, y) : 區域內(intrafield)座標系統，乃是相對於所選取區域內(exposure field)的中心點而言，與光罩的因素有關。

(X, Y) : 區域間(interfield)座標系統，乃是相對於晶圓的中心點而言，與晶圓的因素有關。

d_x, d_y : 區域內覆蓋誤差，是相對於區域內座標系統 (x, y) 而言。

d_X, d_Y : 區域間覆蓋誤差，是對於區域間座標系統 (X, Y) 而言。

d_{x+X} : 區域內橫軸 x 覆蓋誤差與區域間橫軸 X 覆蓋誤差的總和。

d_{y+Y} : 區域內縱軸 y 覆蓋誤差與區域間縱軸 Y 覆蓋誤差的總和。

T_x, T_y : 區域內的平移(translation)誤差

T_X, T_Y : 區域間的平移誤差

T_{x+X} : 區域內橫軸平移與區域間橫軸平移的總和

T_{y+Y} : 區域內縱軸平移與區域間縱軸平移的總和

E_{X+Y} : 區域間的膨脹(expansion)誤差

M_x, M_y : 區域內的放大(Magnification)誤差

R_x, R_y : 區域內的旋轉(rotation)誤差

R_X, R_Y : 區域間的旋轉誤差

r_x, r_y : 區域內補值後的殘差(residual)，代表隨機誤差

r_X, r_Y : 區域間補值後的殘差，代表隨機誤差

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (5)

覆蓋誤差形成的原因可分別歸納為區域內(intra-field)與區域間(inter-field)兩類，上述所謂“區域(-field)”是指晶圓上的一塊對準機每次曝光的區域(exposure field)。而所謂“區域內覆蓋誤差”(intrafield overlay error)是指在光源過濾透鏡(light source filter lens)與光罩(mask)間所產生之未對準(mismatch)的問題。因此，區域內覆蓋誤差是以取樣的曝光區域(sampled exposure field)中心點為原點加以測量。另外，所謂“區域間覆蓋誤差”(interfield overlay error)是指在光罩與晶圓間所產生之未對準的問題，因此區域間覆蓋誤差是以晶圓的中心點為原點加以測量。

請參閱第 2(a)圖，覆蓋誤差乃是影像曝光區域 21 與前一個影像曝光區域 22 間的位移誤差[7] (displacement error，以 d 來表示)，其中 $x1$ 、 $x2$ 、 $y1$ 及 $y2$ 是覆蓋誤差之實際測量之參數，代表前後兩個大小不同的矩形曝光層的相對位移。請參閱第 2(b)圖，覆蓋誤差的反應變數(response variables)可以表示如下：

$$d_{x+X} = \frac{x1 - x2}{2} \quad (1)$$

$$d_{y+Y} = \frac{y1 - y2}{2} \quad (2)$$

其中 d_{x+X} 係表示區域內橫軸 x 覆蓋誤差與區域間橫軸 X 覆蓋誤差的總和，而 d_{y+Y} 係表示區域內縱軸 y 覆蓋誤差與區域間縱軸 Y 覆蓋誤差的總和。當 $d_{x+X}=0$ 時，表示就橫

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(6)

軸而言，小的矩形位於大的矩形正中央，因此 x 方向的覆蓋誤差為零，當 $d_{y+Y}=0$ 時，表示就縱軸而言，小的矩形位於大的矩形正中央，因此 y 方向的覆蓋誤差為零。而當 $d_{x+X}=0$ ， $d_{y+Y}=0$ 時，表示前後次的曝光影像間沒有覆蓋誤差產生。

請參閱第 3 圖，其為繪示晶圓 35 上區域間覆蓋與區域內覆蓋取樣之方式。在晶圓 35 上所選取之曝光區域 31(field)，其中心點座標為 (X, Y) ，係以晶圓 35 之中心為原點，選取不同位置的曝光區域，即為區域間之取樣(interfield sampling)。在曝光區域 31 周圍選取覆蓋點 33(overlay)，其座標為 (x, y) ，係以曝光區域 31 之中心點為原點，對於曝光區域 31 周圍覆蓋點 31 之選取，即為區域內之取樣(interfield sampling)。

由於 VLSI 臨界尺寸的增加以及圖形尺寸(feature size)的縮小，覆蓋誤差的因素變得愈來愈複雜。請參閱表一之內容，根據 Schmidt[13]的研究，造成覆蓋誤差的原因分別屬於系統(system)、對準機(stepper)、光罩線網準確度(reticle accuracy)、線寬的誤差(linewidth variation)以及晶圓的扭曲(wafer distortion)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(7)

表一 造成覆蓋誤差的因素

原因	覆蓋誤差
系統	震動(vibration) 溫度(temperature)
對準機	對準誤差(alignment error) 透鏡扭曲(lens distortion)(僅對於光學對準機而言) 晶圓的夾合(wafer clamping) 晶圓桌面的誤差(wafer table errors)
網線準確度	網線平面內的扭曲(reticle in-plane distortion) 圖案放置的誤差(pattern placement error) 光罩網線的夾合(reticle clamping)
線寬誤差	晶圓(曝光、顯影、蝕刻等) 網線(曝光、顯影、蝕刻等)
晶圓扭曲	平坦度／曲度(flatness/curvature) 圖案移動／滑動(pattern movement/slip)

為說明造成區域內覆蓋誤差與區域外覆蓋誤差的因素，請參閱第 4 圖與第 5 圖，其中與光罩有關之區域內覆蓋誤差的因素計有平移、旋轉與放大等，而與晶圓有關之區域間覆蓋誤差的因素計有膨脹與旋轉等。

為發展覆蓋誤差的模式，Perloff[10]發展出一個具有六個參數的模型，此一模型以平移(T_x , T_y)、旋轉(R_x ,

五、發明說明(8)

R_y)、及晶圓膨脹(E_x, E_y)的線性誤差的組合(linear sum of error)來描述區域間覆蓋誤差，其方程式如下：

$$d_x = T_x - R_x Y + E_x X \quad (3)$$

$$d_y = T_y - R_y X + E_y Y \quad (4)$$

然而 Perloff 並未考慮到底座移動(stage motion)的因素。

而 Hasan 等[6]藉由記錄資料(registration data)及從特殊設計控制結構取得的資料中的修正誤差，來估算 x 與 y 座標底座步進(stage-stepping)的精度。McMillen 與 Ryden[8]則加入步進與重複系統(step-and-repeat system)的因素，推廣 Hasan 等[6]的模式，發展出一個影像區域位置誤差模式(IFPD, image field placement deviation)。IFPD 模式考慮到區域內的誤差，例如平移(T_x, T_y)、旋轉(R_x, R_y)、邊長不等(t_1, t_2)、放大(M_x, M_y)及 3 次方扭曲(E)，其方程式如下：

$$d_x = T_x + M_x x - R_x y + t_1 x^2 + t_2 xy - E(x^3 + xy^2) \quad (5)$$

$$d_y = T_y + R_y x + M_y y + t_1 xy + t_2 y^2 - E(yx^2 + y^3) \quad (6)$$

此外，Peski[11]發展出一個技術，藉由晶圓對準機(wafer stepper)的自動晶圓對線網(wafer-to-reticle)對準能力，對晶圓曝光裝置進行規範。Peski 將對準機的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (9)

參數加入其所發展的模式中，而這些參數包括 X 刻度因素、Y 刻度因素、X 正交及 Y 正交，其方程式如下：

$$d_x = S_x [\text{int}(C/5) - 1.5][0.45] + M[C - 5\{\text{int}(C/5)\} - 2][0.09] \\ + [sina][R - 5\{\text{int}(R/5)\} - 2][0.09] + [sinb][R - 9.5][0.09] \quad (7)$$

$$d_y = S_y [\text{int}(R/5) - 1.5][0.45] + M[R - 5\{\text{int}(R/5)\} - 2][0.09] \\ + [sina][C - 5\{\text{int}(C/5)\} - 2][0.09] \quad (8)$$

其中

S_x : X 刻度因素

S_y : Y 刻度因素

C : 0-19 欄

R : 0-19 列

M : 放大比例

a : 晶方(die)旋轉角度

b : 陣列(array)正交角度

int : 積分符號

而 Arnold[3]發現無法對準最重要的原因是因為掃描對準器沿 x 軸 y 軸的平行線彎曲了。Arnold 考慮格狀誤差(grid error)與透鏡誤差(lens error)以及 x、y 方向的彎曲參數，並對於透鏡誤差，考慮到 3 次方的透鏡扭曲。

Brink 等 [4]曾發展出一套覆蓋模式，其分別考慮

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明 (10)

到區域內(intrafield)與區域間(interfield)的效應，Brink 等的區域內模式乃是根據 MacMillen 與 Ryden[8] 的研究再加上 5 次方透鏡扭曲參數而得，其方程式如下：

$$d_x = \tau_x + M_x X - R_x Y - \tau_{xx} X^2 - \tau_{yx} XY + W_x Y^2 + D_{3x} X (X^2 + Y^2) + D_{5x} X (X^2 + Y^2)^2 + r_x \quad (9)$$

$$d_y = \tau_y + M_y X - R_y Y - \tau_{xy} X^2 - \tau_{yy} XY + W_y X^2 + D_{3y} Y (X^2 + Y^2) + D_{5y} Y (X^2 + Y^2)^2 + r_y \quad (10)$$

其中

τ_{xx}, τ_{xy} : 區域內之傾斜係數

τ_{xy}, τ_{yx} : 區域內之傾斜係數

W_x : X 軸方向的嵌合扭曲

W_y : Y 軸方向的嵌合扭曲

D_{3x}, D_{3y} : 3 次方扭曲係數

D_{5x}, D_{5y} : 5 次方扭曲係數

Brink 等的區域間模式則是結合了由 Perloff[10]所發展的模式和 Arnold[3]所考慮的彎曲參數而得，其方程式如下：

$$d_x = T_x + E_x X - R_x Y + B_x Y^2 + r_x \quad (11)$$

$$d_y = T_y + E_y Y - R_y X + B_y X^2 + r_y \quad (12)$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (| |)

另外，Lin 和 Wu[7]分別將 x 方向與 y 方向的區域內誤差及區域間誤差加以結合，其方程式如下：

$$\begin{aligned} d_{x+x} = & T_x - R_x Y + M_x X + B_x Y^2 + T_x - R_x + M_x X - T_{xx} X^2 \\ & - T_{yx} X Y + W_x Y^2 + D_{3x} X (X^2 + Y^2) + D_{5x} X (X^2 + Y^2)^2 \\ & + D_{7x} X (X^2 + Y^2)^3 + r_x \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} d_{y+y} = & T_y + R_y X + M_y Y + B_y X^2 + T_y + R_y X + M_y Y - T_{xy} X Y \\ & - T_{yy} Y^2 + W_y X^2 + D_{3y} Y (X^2 + Y^2) + D_{5y} Y (X^2 + Y^2)^2 \\ & + D_{7y} Y (X^2 + Y^2)^3 + r_y \end{aligned} \quad (14)$$

其中 B_x 、 B_y 表示階梯的彎曲係數。

請參閱表二之內容，其中歸結出目前的一些覆蓋模式及其考慮的參數。

表二 現行的覆蓋模式中的參數

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明(12)

作者(年份)	模式中的參數
Perloff (1978)	平移 旋轉 膨脹
MacMillen 及 Ryden (1982)	平移 旋轉 膨脹 透鏡邊長不等 透鏡扭曲
Peski (1982)	刻度因素 陣列正交 透鏡扭曲 放大比例
Arnold (1983)	平移 旋轉 膨脹 透鏡邊長不等 透鏡扭曲 彎曲係數
Brink et al. (1988)	平移 旋轉 膨脹 透鏡邊長不等 3 級透鏡扭曲 5 級透鏡扭曲 彎曲係數
Lin 及 Wu (1998)	平移 旋轉 放大 區域內的傾斜 嵌合扭曲 多級扭曲

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(13)

根據前述，可知習知的覆蓋誤差理論模式例如為方程式(13)及(14)，其中考慮了 26 個參數，在應用上相當複雜，對半導體廠而言，要全部考慮到這些因素是非常困難且耗費成本。因此，本發明的模式即針對對準機可以測量及補償的覆蓋誤差因素，且這些因素乃是重要而可加以修正的。

因此，對於造成覆蓋誤差的因素(factors)，針對數學模式(mathematical model)以及覆蓋誤差控制的方法，雖已有許多研究進行相關的探討，然而習知的模式卻很少運用於實際之生產，其原因首先是在於現行的覆蓋模式中所考慮的變數(variables)多與校正系統實際測量的資料不同，因此需對理論模式中的參數與實際量測值間的誤差進行修正。再者，基於覆蓋測量的操作成本，在一片晶圓上測量覆蓋的取樣次數是有所限制的，欲量測更多的參數值需要選取更多的樣本。而為了在有限次的覆蓋測量中獲致較正確的估計以提高覆蓋準確度，因此除了要提出一合適的覆蓋誤差模式，並需要根據此一覆蓋誤差模式發展一套系統性的取樣策略(sampling strategies)來決定覆蓋測量的次數與對應的位置。

因此，本發明係根據校正系統中實際可測量與補償的參數發展出一較有效的覆蓋誤差測量模式，並根據此一模式提供取樣策略程序，以找出最佳取樣策略，然後再根據各參數衡量結果與模式推導結果對覆蓋誤差加以補償，使覆蓋誤差達到一個可容受的範圍，提高微影圖案覆蓋的精

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (14)

確度。

本發明之目的在於提供一種衡量覆蓋誤差的模式及其取樣策略程序，然後找出此一模式最佳的取樣策略，之後再對覆蓋誤差加以補償，以提高微影圖案覆蓋的精確度。

同時，本發明之另一目的，是根據上述模式及其取樣策略程序，提供一種覆蓋誤差的測量與補值裝置。

為達成上述目的，本發明提供一種衡量覆蓋誤差的模式，其參數包括有區域間之平移、放大、旋轉、膨脹及非正交等參數，與區域內之平移、放大及旋轉等參數，該些參數皆是根據對準機台實際的測量參數及統計之選取而得，本發明之整合覆蓋誤差模式之方程式如下：

$$d_{x+X} = T_{x+X} + E_X X - (N + \theta) Y + M_x' x - R_y y + r_{x+X} \quad (23)$$

$$d_{y+Y} = T_{y+Y} + E_Y Y - (\theta - N) X + M_y' y + R_x x + r_{y+Y} \quad (24)$$

另外，本發明更提供一種根據上述衡量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，該策略程序包括下列步驟：

(a) 決定區域內覆蓋之型態，即決定區域內覆蓋選取之數目及位置，並決定每種取樣型態的總覆蓋數，每種區域內覆蓋取樣型態以相同之方式排列於晶圓上，測量每種區域內取樣型態中每個覆蓋的位置與實際覆蓋誤差值。

(b) 將以上測得的數值，利用最小平方法求出覆蓋誤差模式之方程式(23)與(24)中的係數值，並算出每種區域內覆蓋取樣型態與覆蓋模式的相關係數平方值（或稱 R-square 代表所衡量的變異(variance)可以被模式所解釋的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(15)

程度)，選擇相關係數平方最高的一種區域內覆蓋取樣型態，提高模式補值的效果。

(c)決定數種區域間覆蓋取樣圖案，即是決定數種區域內覆蓋取樣型態在晶圓上之位置及數目，配合上述(b)中所選擇之區域內覆蓋型態相關係數平方最高者，然後測量每種區域間取樣圖案中每個覆蓋的位置與實際覆蓋誤差值。

(d)將上述(c)中測得的數值，利用最小平方法求出模型方程式(23)與(24)中的係數，並算出每種區域間覆蓋取樣圖案與覆蓋模式間的相關係數平方值，選擇相關係數平方最高的一種區域間覆蓋取樣圖案，則可以找到對應本模式之最佳取樣圖案，提高模式補值的效果。

(e)決定區域內覆蓋取樣型態與區域間覆蓋取樣圖案的組合中與模式推估結果之相關係數最高者，然後對於同一對準機台之覆蓋誤差的測量皆此一組合所求出之模型進行補償與修正，使曝光圖案之覆蓋誤差可改善至一可容受的範圍內，以增進半導體元件之良率。

為達成本發明之另一目的，本發明提供一種根據上述模式之取樣策略程序的裝置，該裝置可裝設在一對準曝光系統中，以減少圖案層在晶圓上曝光的覆蓋誤差。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

圖式之簡單說明：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(16)

第 1 圖為繪示半導體廠中雙重對準系統之簡單示意圖。

第 2 圖為繪示覆蓋誤差之測量方式。

第 3 圖為繪示晶圓上區域間覆蓋與區域內覆蓋取樣之方式。

第 4 圖為繪示區域內覆蓋誤差的因素。

第 5 圖為繪示區域間覆蓋誤差的因素。

第 6 圖為繪示本發明較佳實施例中區域內的覆蓋取樣方式。

第 7 圖為繪示本發明較佳實施例中提出的 8 種區域內覆蓋位置的取樣型態。

第 8 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間覆蓋取樣方式。

第 9 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(i)。

第 10 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(ii)。

第 11 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(iii)。

第 12 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(iv)。

第 13 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(v)。

第 14 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(vi)。

第 15 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(vii)。

第 16 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(viii)。

第 17 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(ix)。

第 18 圖為繪示本發明較佳實施例中區域間取樣圖案(x)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

第 19 圖為繪示本發明較佳實施例中覆蓋取樣數目與相關係數平方值間的關係圖。

第 20 圖為繪示本發明較佳實施例中現行區域內覆蓋取樣型態(a)與較佳區域內覆蓋取樣型態(d)之殘差直方圖。

第 21 圖為繪示本發明較佳實施例中區域內覆蓋取樣型態(d)之殘差分析圖。

圖式之標記說明：

10：雙重對準系統

11：對準偵測器

12：光線

13：線網

14：投影透鏡

15、35：晶圓

16：對準標記

21、22、31：影像曝光區域

33：覆蓋點

實施例

覆蓋誤差模式

本發明根據對準機台實際的測量，分析出一些覆蓋誤差之幾何特性，例如膨脹參數(E)在區域間(interfield)覆蓋誤差的圖形上，發現愈靠晶圓外圍，其覆蓋誤差愈大。

另外，關於於旋轉參數(R)，不論區域間或區域內的覆蓋

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (18)

誤差圖形，皆有旋轉之圖案，然兩者卻有很大的不同。

因此，對於區域間覆蓋誤差，本發明以對準機台實際的測量、模擬以及統計上之逐步選取法，選取了其中最重要同時也是影響最大的 4 個參數，分別是平移(T)、放大(M)、旋轉(R)以及膨脹(E)，而得到一區域間覆蓋模式(interfield overlay model)如下：

$$d_x = T_x + E_x X - R_x Y + r_x \quad (15)$$

$$d_y = T_y + E_y Y - R_y X + r_y \quad (16)$$

然而，其中參數 R_x 與 R_y 在製程中實際測量與誤差補償方式，係根據非正交(N)參數及角度旋轉(θ)參數而為之，因此，需對旋轉參數(R)重新作變數變換，

假設

$$N = \frac{R_x - R_y}{2} \quad (17)$$

$$\theta = \frac{R_x + R_y}{2} \quad (18)$$

因此，在本發明中，區域間覆蓋模式(interfield overlay model)如下：

$$d_x = T_x + E_x X - (N + \theta) Y + r_x \quad (19)$$

$$d_y = T_y + E_y Y - (\theta - N) X + r_y \quad (20)$$

同樣的，對於區域內覆蓋誤差，本發明同樣以對準機台實際的測量、模擬以及統計上之逐步選取法，選取了其中最重要 3 個參數，分別是平移(T)、放大(M)以及旋轉(R)，得出了區域內覆蓋模式(intrafield overlay model)如

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (19)

下：

$$d_x = T_x + M_x' x - R_x y + r_x \quad (21)$$

$$d_y = T_y + M_y' y + R_y x + r_y \quad (22)$$

其中當透鏡的放大率為 M 時，變數 M_x' 的定義為 $M_x' = \Delta M = M * M_x$ 。換句話說， M_x' 是 M_x 的倍數，而此一倍數的大小則依透鏡的放大倍率而定。

接著，再分別將上述區域間覆蓋模式之方程式(19)、(20)與區域內覆蓋模式之方程式(21)、(22)加以組合，而得到本發明之整合覆蓋誤差模式如下：

$$d_{x+X} = T_{x+X} + E_X X - (N + \theta) Y + M_x' x - R_y y + r_{x+X} \quad (23)$$

$$d_{y+Y} = T_{y+Y} + E_Y Y - (\theta - N) X + M_y' y + R_y x + r_{y+Y} \quad (24)$$

本發明之整合覆蓋誤差模式有許多好處，首先是本發明所提出之模式中所考慮到的參數較少，便於實際製程之應用並節省測量之成本；再來是此模式中之參數，皆可從實際製程中測得，而其誤差可直接進行補償，因此根據本發明所提出的整合覆蓋誤差模式，可將實際測量的資料與設定的變數銜接起來。

覆蓋誤差模式之取樣策略程序

在以上決定了整合之覆蓋誤差的模式之後，接下來便

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (20)

是要決定採取何種取樣策略的程序，以對於覆蓋誤差模式中之參數進行衡量及補償。取樣策略程序牽涉到幾個階段，第一是決定區域內覆蓋之型態，即決定區域內覆蓋選取之數目及位置，第二是提供晶圓上全部覆蓋取樣的數目，以作為決定上述區域內覆蓋型態在晶圓上分布之數目及位置之依據，即決定區域間覆蓋圖案，第三是利用本發明提出的模式，在晶圓上排列方式相同的情況下，評估不同的區域內覆蓋型態之間的相關係數平方值(R-square)，第四同樣是利用本發明提出的模式，在區域內覆蓋型態相同的情況下，即是以第三階段中相關係數平方最高之區域內覆蓋型態為根據，評估不同的區域間覆蓋圖案之間的相關係數平方值。最後，根據以上之結論，針對實際之晶圓微影製程，提出一最適當之覆蓋誤差之取樣程序，並對於覆蓋誤差進行補償。而以下將對於此一取樣策略之程序加以說明。

1. 決定區域內覆蓋取樣型態

根據方程程式(23)與(24)可知，覆蓋誤差與區域內座標(x, y)有關，而在實際的測量中，區域內直線座標(x, y)將轉換為極座標(r, θ)。請參閱第 6 圖，其為繪示本發明選取區域內的覆蓋取樣的可能位置，其中選取區域中的半徑 r 為中心覆蓋(9)與周邊覆蓋(1)~(8)之距離，而其角度 θ 為半徑 r 射線與 x 軸之夾角。在過去的研究中[12]，曾經對於區域內覆蓋取樣之數目加以探討，然而在目前實

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(2)

際製程中的做法中，晶圓上每個被選取的區域(field)，如第 6 圖所示，將會在其中 9 個覆蓋中選出 5 個覆蓋加以測量，包括在外圍(1)~(8)之覆蓋中選取其中 4 個，再加上中心位置之覆蓋(9)。

根據上述之取樣方法，將可以產生 70 種區域內覆蓋型態，然而基於成本與產出之考量，實際的製程並不會對所有區域內覆蓋型態加以選擇。

根據區域內覆蓋模式方程式(21)、(22)，已知至少平移(T)、放大(M)以及旋轉(R)等參數與區域內覆蓋誤差有關。其中，平移對於所有覆蓋之影響是相同的(constantly)。關於放大參數，第 6 圖中的覆蓋(1)與(2)沿著 y 軸，具有相同的區域內放大性，相同的特性亦存在於覆蓋(3)與(4)、覆蓋(5)與(7)、覆蓋(6)與(8)之中；而覆蓋(1)與(3)沿著 x 軸，具有相同的區域內放大性，相同的特性亦存在於覆蓋(2)與(4)、覆蓋(5)與(6)、覆蓋(7)與(8)之中。關於旋轉參數，當覆蓋之間的角度差距(即 $\theta_2 - \theta_1$)愈大時，參數 R_x 與 R_y 的值可以被估算的愈準確。那是因為當 $\theta_2 - \theta_1$ 的值愈大，即便其中一個被選定的區域有輕微的旋轉，方程式(21)與(22)會顯現出更大的差異，則參數 R_x 與 R_y 可以被更精確的估算出來。

爲了對上述原則之加以驗證，以決定最適之區域內覆蓋取樣型態，因此本發明將第 6 圖中的(1)與(5)、(2)與(7)、(3)與(6)、(4)與(8)分成 4 種不同之類型，然後從每一種類型中選取一個覆蓋，理論上將會有 $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(22)

種組合，但是經過歸納之後，本發明基本上只選取其中 6 種型態為代表，例如第 7 圖之(a)至(f)，再加上(1)(5)(4)(8)與(2)(7)(3)(6)兩種取樣之型態，例如第 7 圖之(g)與(h)。因此本發明提出 8 種取樣型態，以分析區域內覆蓋模式之誤差，請參閱第 7 圖所示。

2. 決定區域間覆蓋取樣圖案

當區域內覆蓋取樣型態決定之後(包括覆蓋在選取區域內之數目與位置，第 7 圖)，接下來便是選擇晶圓上覆蓋取樣之數目，以決定上述區域內覆蓋型態在晶圓上分布的位置及數目，即決定“區域間覆蓋取樣圖案”。請參閱第 8 圖，其為繪示本發明區域間的覆蓋取樣方式。在區域間的取樣中，本發明將區域間直線座標(X, Y)轉換成極座標(r, θ)。

在進行區域間覆蓋取樣之前，須先決定將在晶圓上選取多少的覆蓋。依照目前晶圓產品之大小，覆蓋可以在晶圓上選取的數量，包括有 10 個、20 個、50 個、100 個、200 個以及 255 個等。以上述決定之區域間覆蓋型態為基準，其中包含有 5 個覆蓋，若決定在晶圓上選取 255 個覆蓋，則晶圓上將可以分布有 51 個區域間覆蓋型態，依此類推，200 個覆蓋會產生 40 個區域間覆蓋型態，20 個覆蓋會產生 4 個區域間覆蓋型態，而這些在晶圓上分布之區域間覆蓋型態即稱為「區域間覆蓋取樣圖案」。

在晶圓上選取的覆蓋數量愈多，其所測量出的覆蓋誤

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (23)

差將愈準確，然而，相對的製程成本也將提高。因此如何在不增加製程成本的情況下，有效的提昇覆蓋誤差衡量的準確度，則是本發明所要解決的問題。

關於晶圓上不同覆蓋數之比較，將在下一節中加以說明。而以下在本節中，晶圓上覆蓋選取之數目，將以晶圓廠中經常選取之數量，例如是 20 個，作為提出區域間取樣圖案之依據，請參閱第 9 圖至第 18 圖。

關於區域間覆蓋之選取，如第 8 圖所示，半徑 r 為晶圓中心點與選取區域中心覆蓋的距離，而其角度 θ 則如第 7 圖中所示。區域間覆蓋模式方程式(19)與(20)顯現出膨脹參數 E_x 及 E_y 與 (X, Y) 座標有關，其中 E_x 與 X 有關，而 E_y 與 Y 有關。根據膨脹參數圖案的模擬，愈外側的覆蓋有較大的覆蓋誤差，即便晶圓僅有輕微的膨脹發生，愈外側的覆蓋其覆蓋誤差愈大，如果選擇靠外側的覆蓋，那麼覆蓋將有較大的半徑 r ，其覆蓋誤差將較大也較容易加以補償。因此，選擇較外側的覆蓋將可較精確的找出膨脹參數 E_x 與 E_y 。

為評估不同的區域間覆蓋取樣，本發明提供了一個區域間的取樣策略，此一策略同時考慮到半徑 r 與角度 θ 兩個因素。請參閱第 9 圖至第 18 圖，其為分別繪示 10 種不同區域間覆蓋取樣圖案，其中半徑 r 為晶圓原點到選取區域原點的距離，而角度 θ 為如第 9 圖所說明的旋轉角度，而每個圖案中區域內覆蓋的取樣位置係以第 7 圖中第(d)種型態來代表。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (24)

3. 區域內取樣型態之比較

如第 7 圖所示，本發明在一區域中設計了 8 種不同的覆蓋位置的取樣型態，而每種取樣型態中都有 5 個覆蓋，其中包括 4 個周圍的覆蓋與 1 中心覆蓋。為比較不同取樣型態以及不同覆蓋數目其與本發明提出的模式間之相關係數平方(R-square)，本發明運用多重線性回歸分析[5]來求出近似方程式(23)、(24)所提出之模式，並以最小平方方法來估算相對應的參數值及相關係數平方。

關於區域內覆蓋取樣的型態，將上述 8 種取樣型態的相關係數平方加以比較，再配合比較不同覆蓋取樣的數目，例如包括有 255、100、50、20 與 10 個覆蓋。因為每個選取的區域有 5 個覆蓋，若決定選取 255 個覆蓋，將在晶圓上產生 51 個區域(未圖示)。其他的不同覆蓋數亦分別在晶圓上取樣，並加以比較。區域內取樣的型態與取樣數目之相關係數平方之比較結果請參閱表三所示，其中表三(1)所示之取樣型態，即第 7 圖之(a)，是目前晶圓廠中所使用於取樣型態。事實上，基於成本的考量，目前在晶圓廠中實際取樣的覆蓋數目僅有 20 個。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(25)

表三 區域內取樣型態與取樣數目的相關係數平方

區域內 取樣 型態 覆蓋 取樣數 目	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
255	99.4 %	99.7 %	99.4 %	99.6 %	99.8 %	99.7 %	99.6 %	99.8 %
100	97.2 %	94.7 %	96.1 %	98.1 %	99.3 %	95.2 %	93.1 %	95.4 %
50	95.8 %	97.2 %	96.7 %	98.3 %	96.5 %	95.1 %	90.6 %	94.1 %
20	87.1 %	96.8 %	92.1 %	96.5 %	91.0 %	88.5 %	76.7 %	81.1 %
10	71.5 %	83.2 %	61.2 %	83.6 %	79.7 %	73.8 %	52.5 %	69.7 %

根據表三之結果，可以發現當覆蓋的取樣數目相當大時(255 與 100)，不同的取樣型態間測量誤差並無重大的差異。然而，當覆蓋的取樣數目相當小時(例如是 10 與 20)，不同的取樣型態間誤差測量的差異是相當大的。考慮目前晶圓廠中所使用的取樣數目(也就是 20 個覆蓋)，第 7 圖之(d)的取樣型態比起現行的取樣型態(第 7 圖之(a))

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂線

五、發明說明 (26)

將具有較高近似的優點且有較小的殘差參數。

根據表三之結果，可以很肯定的說，取樣的覆蓋數目愈多，則該 R 平方值愈高，代表取樣愈多，所得到的資訊就愈多，因此補值得效果也愈好。請參閱第 19 圖，該圖即是根據表三(d)之資料，繪示相關係數平方與覆蓋取樣數目的關係圖。因此，在僅考慮區域內的因素時，決策者可以根據如第 19 圖所顯示的資料，對於晶圓上覆蓋取樣的數目(即取樣成本)與覆蓋誤差模式近似的程度(即相關係數平方值的高低)作適當的取捨，本發明提供一系統化決策步驟，並可內建於相關裝置使用。

4. 區域間取樣圖案之比較

根據第 9 圖至第 18 圖所示，本發明提出 10 種不同的區域的取樣圖案，每種取樣圖案中都有 4 個選取區域，係根據晶圓的半徑與旋轉角度加以考慮，而每個區域中有 5 個覆蓋點，因此每種取樣圖案中有 20 個覆蓋數，而這數目係以現行晶圓廠中常用的 20 個覆蓋取樣數為基準。對於區域間取樣圖案之比較，本發明同樣運用多重線性回歸分析來求出方程式(23)、(24)所提出之模式，並以最小平方方法來估算不同取樣圖案的相對應參數值及相關係數平方。

區域間取樣圖案與區域內取樣型態間相關係數平方的比較結果，請參閱表四所示，其中取樣圖案(i)之取樣方式，係目前晶圓廠中所使用於取樣方式。

五、發明說明(27)

表四 區域間取樣圖案之參數值與相關係數平方值

區域間取樣 圖案 參數值與 相關係數平方	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)	(ix)	(x)	真值
T_X (um)	-0.146	-0.157	-0.144	-0.172	-0.20	-0.160	-0.177	-0.156	-0.181	-0.164	-0.167
T_Y (um)	-0.122	-0.134	-0.119	-0.117	-0.09	-0.135	-0.123	-0.137	-0.128	-0.132	-0.128
θ (urad)	0.019	0.033	0.035	0.033	0.029	0.005	0.009	0.017	0.013	0.019	0.021
E_x (ppm)	0.12	0.073	0.092	0.067	-0.008	0.077	0.078	-0.008	0.092	0.087	0.094
E_y (ppm)	0.16	0.29	0.21	0.05	0.012	-0.02	0.035	0.123	0.044	0.21	0.19
N (μ radian)	0.008	0.023	0.011	0.002	0.004	0.07	0.005	0.012	0.012	0.005	0.005
相關係數平方	94.1%	87.2%	91.3%	86.5%	72.5%	80.1%	88.3%	95.6%	86.6%	96.7%	
誤差範數	0.442	0.691	0.532	0.897	0.889	0.801	0.712	0.423	0.884	0.401	

根據表四之結果，可以得到以下幾點結論：一、當取樣的數目被限制時，取樣點的半徑愈大而取樣圖案愈對稱，其相關係數平方愈高，二、當存在有旋轉誤差時，則區域間取樣圖案(i)將可比其他取樣圖案，更能估算出準確的旋轉角度，三、當存在有膨脹誤差時，則區域間取樣圖案(iii)將比其他取樣圖案，更能估算出準確的旋轉角度。因此，在僅考慮區域間的因素時，決策者可以根據如

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂線

五、發明說明(28)

表四所顯示的資料，對於晶圓上取樣的圖案與覆蓋誤差模式近似的程度(即相關係數平方值的高低)作適當的選擇。

5. 整合的取樣策略

在晶圓廠的實際運作中，為準測量確覆蓋誤差，除了要考慮上述區域內覆蓋型態(光罩因素)，還要考慮區域間的取樣圖案(晶圓因素)。

請參閱第 7 圖、第 9 圖至第 18 圖，區域內的覆蓋取樣型態有 8 種，而每種取樣型態皆有 10 種區域間取樣圖案，因此一個完整的取樣將包括有 80 種組合，請參閱表五，其係運用方程式(23)與(24)來估算並比較上述 80 種組合之相關係數的平方，以確認與本案所提出之模式有較高相似度之取樣策略。

根據表五的結果，區域內取樣型態(d)及(e)有較高的相關係數平方，因此不論區域間取樣圖案為何，區域內取樣型態(d)及(e)都有相當好的相關係數平方。而如同上述表四中的比較，半徑較大以及圖案對稱的取樣圖案，其相關係數亦較高，因此區域內取樣型態(d)與區域間取樣圖案(viii)或(x)的組合，其相關係數平方亦較高。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (29)

表五 區域內取樣型態與區域間取樣圖案組合之相關係數平方值

區域內 取樣 型態 區域 間取 樣圖案	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
(i)	90.1%	91.3%	89.7%	94.1%	92.3%	91.2%	82.5%	86.4%
(ii)	87.5%	87.2%	84.5%	87.2%	90.1%	88.5%	73.1%	86.2%
(iii)	88.3%	89.2%	86.3%	91.3%	90.1%	86.6%	74.9%	90.4%
(iv)	85.3	84.2%	83.5%	86.5%	87.1%	87.2%	72.6%	85.5%
(v)	72.3%	71.5%	73.6%	72.5%	72.3%	79.7%	61.2%	67.8%
(vi)	75.5%	76.8%	77.2%	80.1%	81.3%	76.4%	70.0%	69.5%
(vii)	89.1%	88.2%	84.5%	88.3%	87.2%	88.2%	80.1%	81.3%
(viii)	92.3%	90.0%	91.5%	95.6%	96.2%	91.4%	82.3%	84.4%
(ix)	87.1%	82.3%	82.3%	86.6%	85.5%	81.1%	82.9%	75.5%
(x)	91.3%	90.1%	89.7%	96.5%	93.1%	89.9%	83.4%	89.8%

然而，在晶圓廠實際的製程中，要完成這 80 種取樣組合的運算是相當困難的，因此針對本發明所發展的測量覆蓋誤差的模式，提出一整合的取樣策略是相當重要的。

根據以上比較的方式，本發明提出一整合覆蓋取樣策略之程序：

(a)決定區域內覆蓋之型態，即決定區域內覆蓋選取

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明(30)

之數目及位置，例如是以第 6 圖中(1)~(8)中選取 4 個位置，再加上中心位置之(9)作為區域內覆蓋位置之取樣型態，而本發明所提出之區域內覆蓋取樣型態，例如以第 7 圖中之 8 種區域內覆蓋圖形為取樣型態，之後並決定每種取樣型態的總覆蓋數，例如是 10-255 個，而每種區域內覆蓋取樣型態以相同之方式排列於晶圓上，測量每種區域內取樣型態中每個覆蓋的位置與實際覆蓋誤差值。

(b)將以上測得的數值，利用最小平方法求出覆蓋誤差模式之方程式(23)與(24)中的係數值，並算出每種區域內覆蓋取樣型態與覆蓋模式的相關係數平方值，選擇相關係數平方最高的一種區域內覆蓋取樣型態，例如是區域內取樣型態(d)。

(c)決定數種區域間覆蓋取樣圖案，即是決定數種區域內覆蓋取樣型態在晶圓上之位置及數目，其位置例如是在第 8 圖中晶圓上任一個方格，其數目例如是 2 至 51 個，較佳的取樣圖案例例如是以第 9 圖至第 18 圖之 10 種圖案為區域間覆蓋取樣方式，其中區域內覆蓋型態是依照上述程序(b)中所選擇之相關係數平方最高者，例如是區域內取樣型態(d)，測量每種區域間取樣圖案中每個覆蓋的位置與實際覆蓋誤差值。

(d)將上述程序(c)中測得的數值，利用最小平方法求出模型方程式(23)與(24)中的係數，並算出每種區域間覆蓋取樣圖案與覆蓋模式間的相關係數平方值，選擇相關係數平方最高的一種區域間覆蓋取樣圖案，例如是區域間覆

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(31)

蓋取樣圖案(viii)或是(x)。

(e)決定區域內覆蓋取樣型態與區域間覆蓋取樣圖案的組合中相關係數最高者，例如是區域內取樣型態(d)加區域間取樣圖案(viii)或區域內取樣型態(d)加區域間取樣圖案(x)，然後對於同一對準機台之覆蓋誤差的測量皆此一組合所求出之模型進行補償與修正，使曝光圖案之覆蓋誤差可改善至一可容受的範圍內，以增進半導體元件之良率。

覆蓋誤差模式及其取樣策略之裝置

根據上述所提出之覆蓋誤差模式及其覆蓋誤差取樣策略，本發明亦提供根據此一模式與取樣策略之裝置。

對於覆蓋誤差模式之殘差分析

上述相關係數平方表示模式的近似程度，本發明以覆蓋模式之可變參數來補償覆蓋誤差。對於區域內取樣型態(a)與區域內取樣型態(d)的殘差參數，係表示覆蓋誤差中不能由模式推估之參數而補值的部份。如第 20 圖所示，取樣型態(d)之殘差參數比現行之取樣型態更為集中，關於覆蓋誤差範數(norm)之計算，本發明係使用 255 個覆蓋數之殘差值，

定義範數 ν

$$\|\nu\| = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_{255}^2} \quad (25)$$

因此，取樣型態(d)計算之覆蓋誤差範數為 0.598，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(32)

而取樣型態(a)之覆蓋誤差標準為 0.924。對目前之取樣型態(1)而言，這顯示取樣型態(d)可以進一步消除百分之 35.4 之覆蓋誤差，而取樣型態(d)之殘差分析確認本發明之模式之有效度與優越性，請參閱第 21 圖。

在覆蓋誤差的測量中，取樣數目與相關係數平方間的關係可以藉由取樣成本及補償的效果來加以衡量，如圖 19 所示。根據目前之模式以及晶圓廠中的實際設定，本發明提出一種新的區域內及區域間的覆蓋模式，利用有效的輸入估算資料以及可修正之覆蓋誤差，找到一種比目前所用的方式更好的取樣位置，可以消除多達百分之 35.4 的覆蓋誤差。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

1. 一種衡量覆蓋誤差的模式，其方程式如下：

$$d_{x+X} = T_{x+X} + E_X X - (N + \theta) Y + M_x' x - R_y y + r_{x+X} \quad (23)$$

$$d_{y+Y} = T_{y+Y} + E_Y Y - (\theta - N) X + M_y' y + R_x x + r_{y+Y} \quad (24)$$

模式中之參數皆是根據對準機台實際的測量參數及統計之選取而得，

設

$$N = \frac{R_X - R_Y}{2},$$

$$\theta = \frac{R_X + R_Y}{2}$$

其中

N 係非正交參數

θ 係角度旋轉參數

x、y 係區域內座標，以選取區域之中心點為原點

X、Y 係區域間座標，以晶圓的中心點為原點

d_{x+X} 、 d_{y+Y} 係分別為橫軸與縱軸之區域內覆蓋誤差與區域間覆蓋誤差的總和

T_{x+X} 、 T_{y+Y} 係分別為橫軸與縱軸之區域內平移誤差與區域間平移誤差的總和

E_{X+Y} 係區域間的膨脹誤差

M_x' 、 M_y' 係分別為橫軸與縱軸之區域內的放大誤差

R_x 、 R_y 係分別為橫軸與縱軸之區域內的旋轉誤差

R_X 、 R_Y 係分別為橫軸與縱軸之區域間的旋轉誤差

r_{x+X} 、 r_{y+Y} 係分別為橫軸與縱軸之區域內殘差與區域間殘差的總和。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

六、申請專利範圍

2.一種測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，該策略程序包括下列步驟：

(a)決定區域內覆蓋之型態，即決定區域內覆蓋選取之數目及位置，並決定每種取樣型態的總覆蓋數，每種區域內覆蓋取樣型態以相同之方式排列於晶圓上，測量每種區域內取樣型態中每個覆蓋的位置與實際覆蓋誤差值；

(b)根據申請專利範圍 1 之覆蓋誤差模式，將以上(a)所測得的數值，利用最小平方法求出方程式(23)與(24)中的係數值，然後算出每種區域內覆蓋取樣型態與覆蓋模式的相關係數平方值，選擇相關係數平方最高的一種區域內覆蓋取樣型態；

(c)決定數種區域間覆蓋取樣圖案，即是決定數種區域內覆蓋取樣型態在晶圓上之位置及數目，其中區域內覆蓋型態則依上述(b)中所選擇之相關係數平方最高者，測量每種區域間取樣圖案中每個覆蓋的位置與實際覆蓋誤差值；

(d)將上述(c)中測得的數值，利用最小平方法求出模型方程式(23)與(24)中的係數，並算出每種區域間覆蓋取樣圖案與覆蓋模式間的相關係數平方值，選擇相關係數平方最高的一種區域間覆蓋取樣圖案；以及

(e)決定區域內覆蓋取樣型態與區域間覆蓋取樣圖案的組合中相關係數最高者，然後對於同一對準機台之覆蓋誤差的測量皆此一組合所求出之模型進行補償與修正，使曝光圖案之覆蓋誤差可改善至一可容受的範圍內，以增進

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

半導體元件之良率。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中步驟(a)中區域內覆蓋位置之取樣型態可以是第 7 圖中之 8 種區域內覆蓋取樣型態。

4.如申請專利範圍第 3 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中步驟(a)中每種取樣型態的總覆蓋數可以為 10 至 255 個。

5.如申請專利範圍第 4 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中步驟(b)中相關係數平方最高者為區域內覆蓋取樣型態(d)。

6.如申請專利範圍第 5 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中步驟(c)中每種區域間覆蓋取樣圖案中區域的數目可以是 2 至 51 個。

7.如申請專利範圍第 5 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中步驟(c)中區域間覆蓋取樣圖案可以是以第 9 圖至第 18 圖之 10 種區域間覆蓋取樣圖案。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中步驟(d)中相關係數平方最高者為區域間覆蓋取樣圖案(x)。

9.如申請專利範圍第 7 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中步驟(d)中相關係數平方最高者為區域間覆蓋取樣圖案(viii)。

10.如申請專利範圍第 8 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中步驟(e)中相關係數最高之組合為

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

區域內覆蓋取樣型態(d)與區域間覆蓋取樣圖案(x)。

11.如申請專利範圍第 9 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中步驟(e)中相關係數最高之組合為區域內覆蓋取樣型態(d)與區域間覆蓋取樣圖案(viii)。

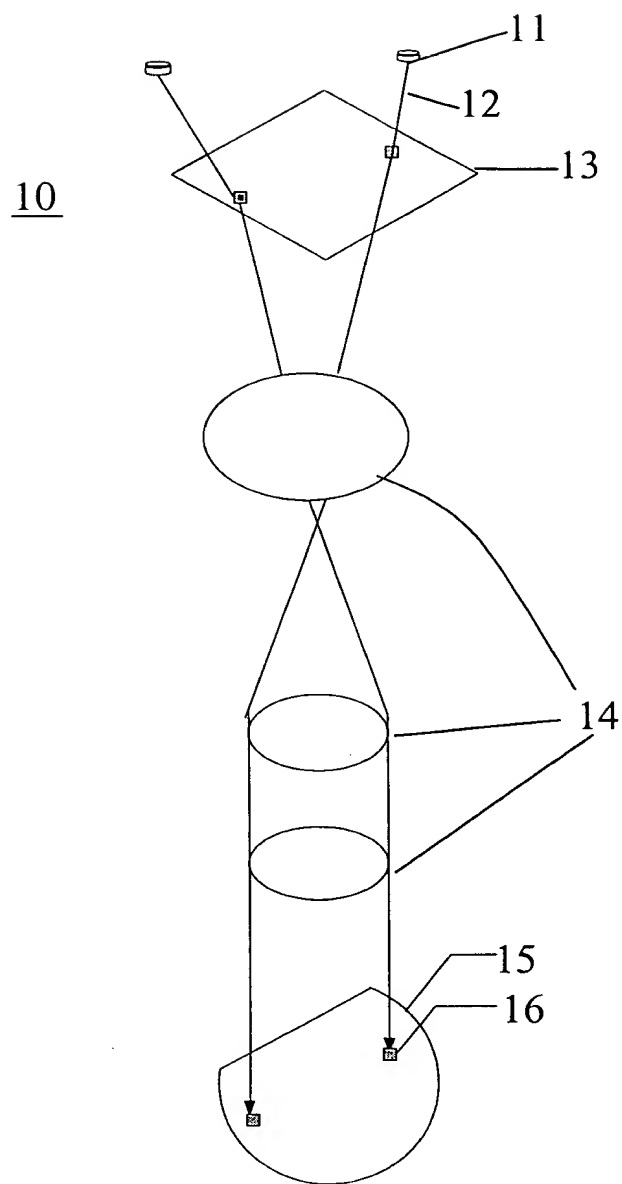
12.如申請專利範圍第 10 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中最小平方法為多重線性回歸。

13.如申請專利範圍第 11 項所述之測量覆蓋誤差模式的取樣策略程序，其中最小平方法為多重線性回歸。

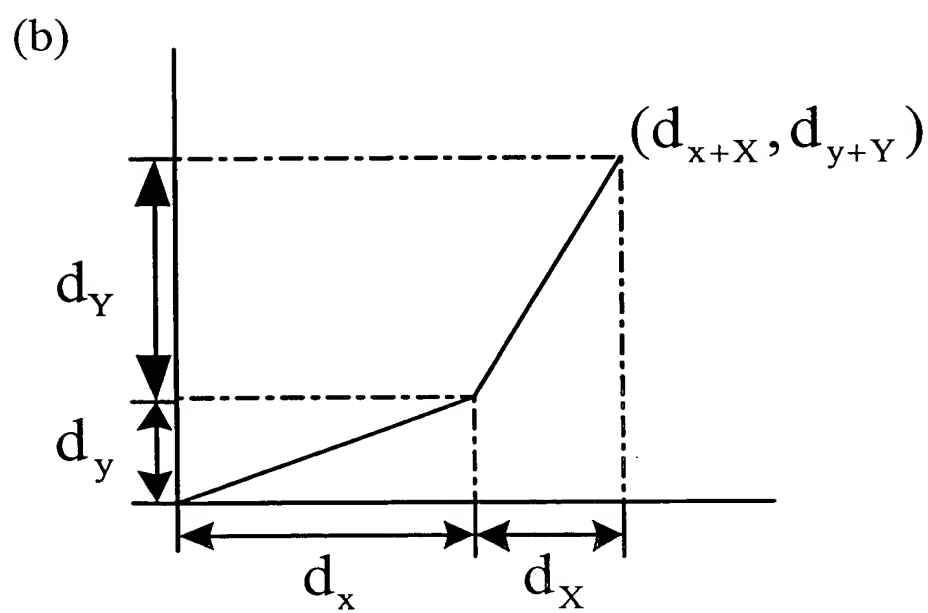
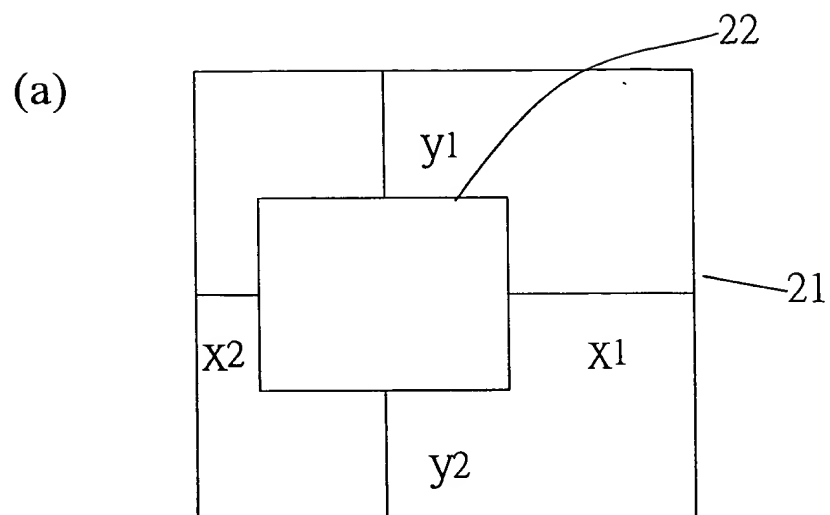
14.一種覆蓋誤差測量裝置，係根據申請專利範圍第 1 項所述之測量覆蓋誤差模式與申請專利範圍第 2 項所述的取樣策略程序而設計。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

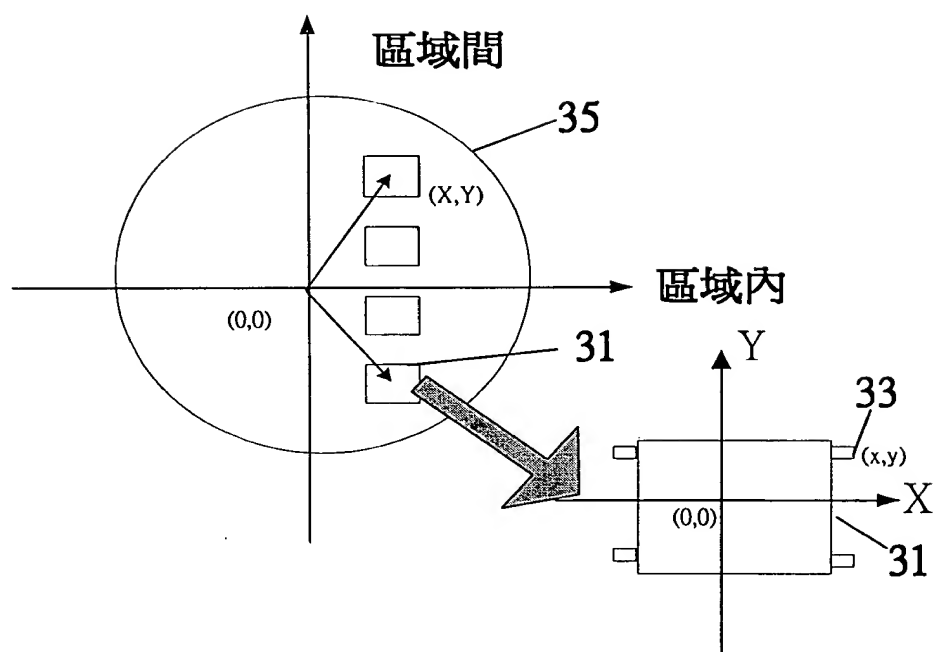
裝
訂
線



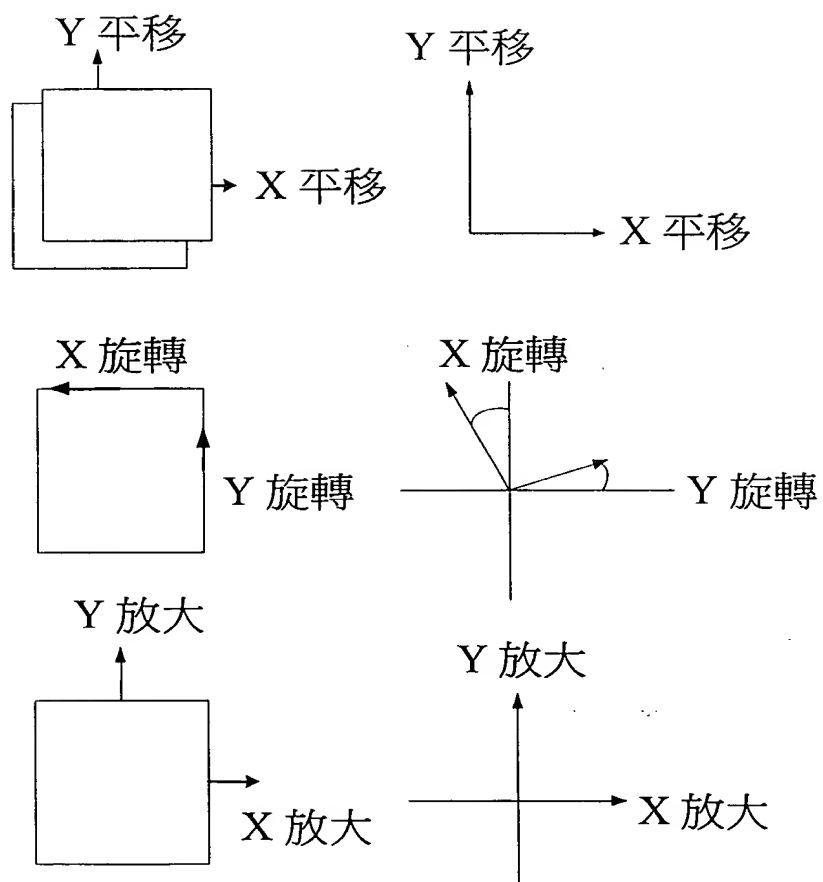
第1圖



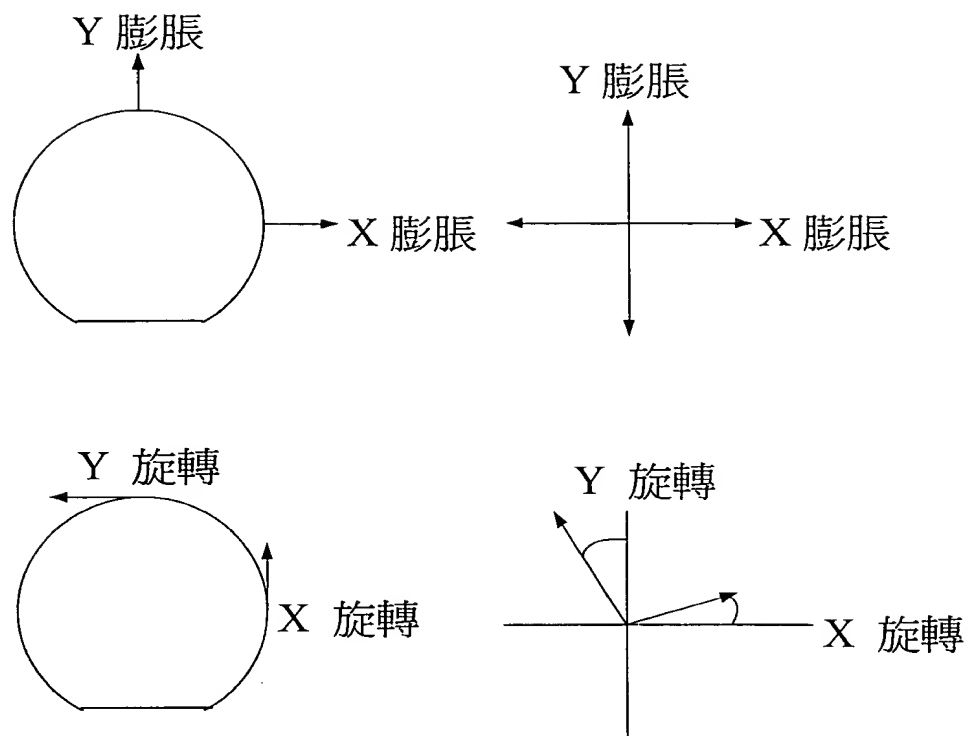
第2圖



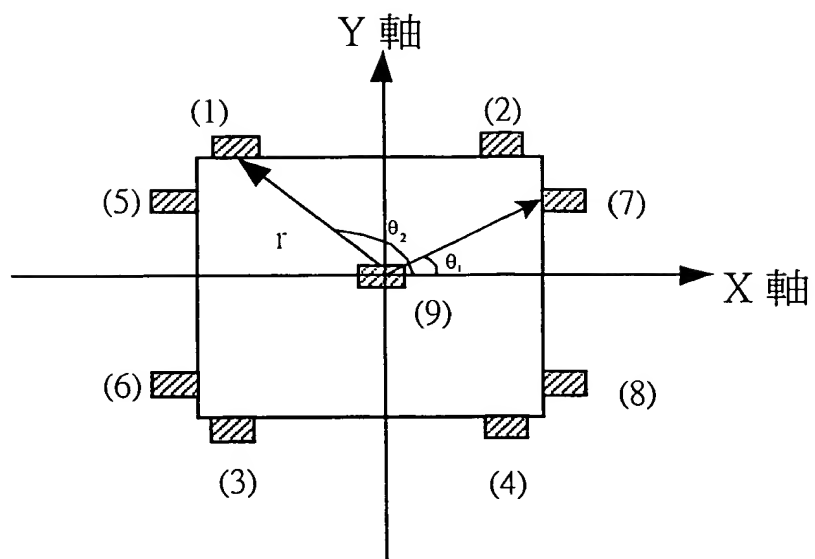
第3圖



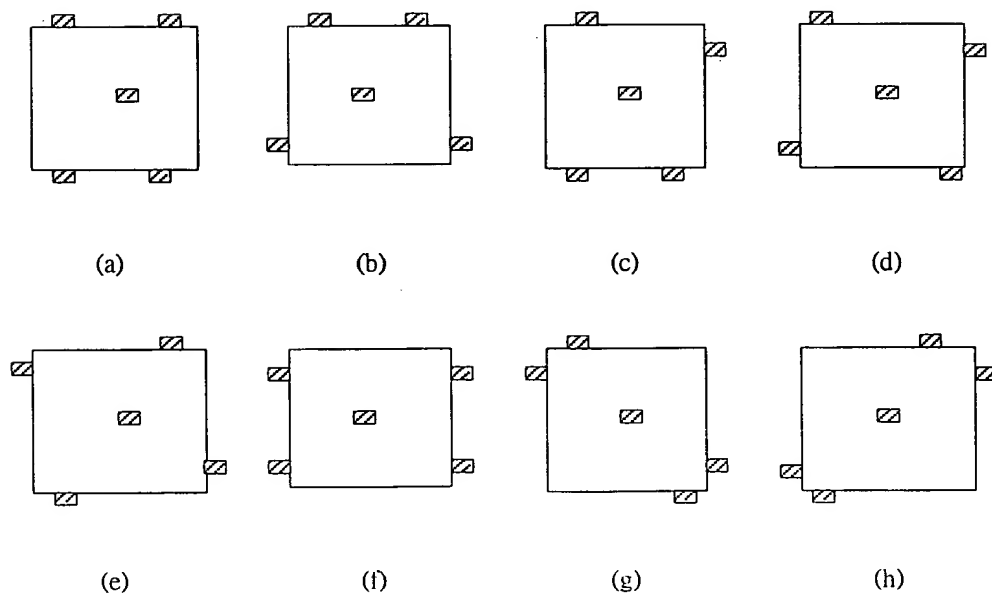
第4圖



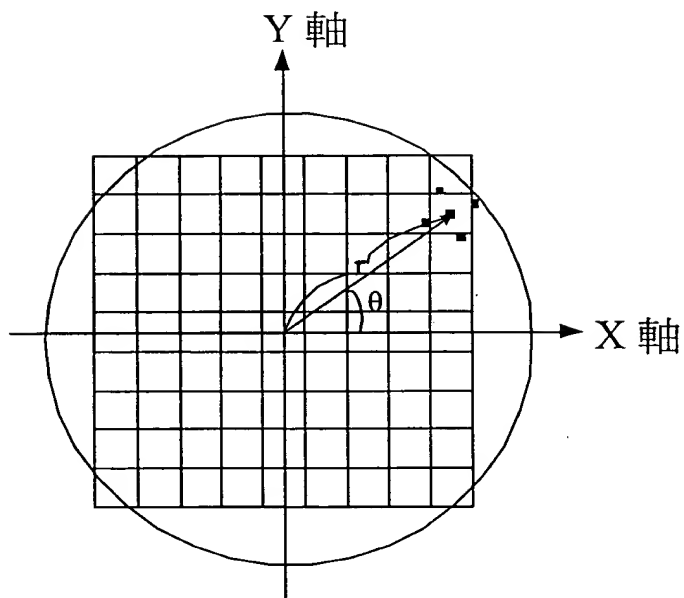
第5圖



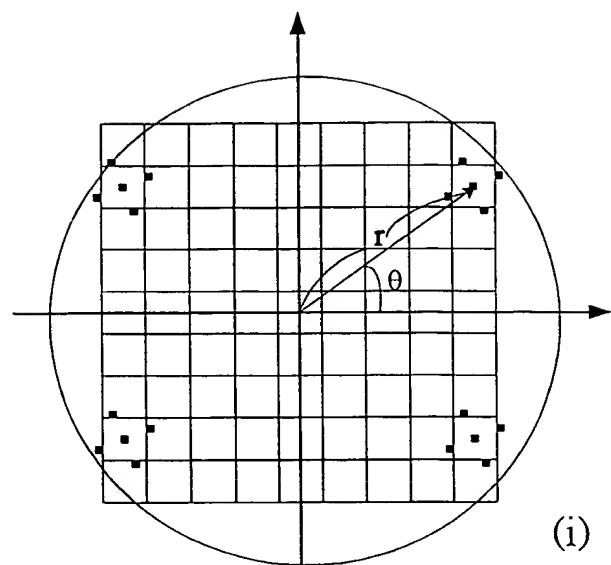
第6圖



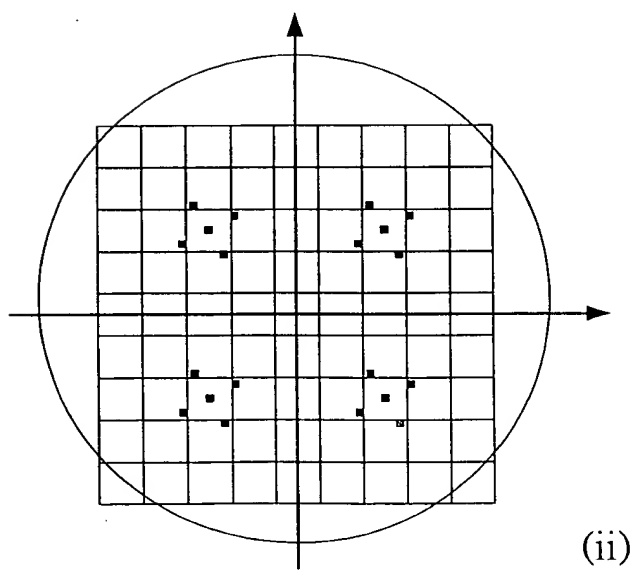
第7圖



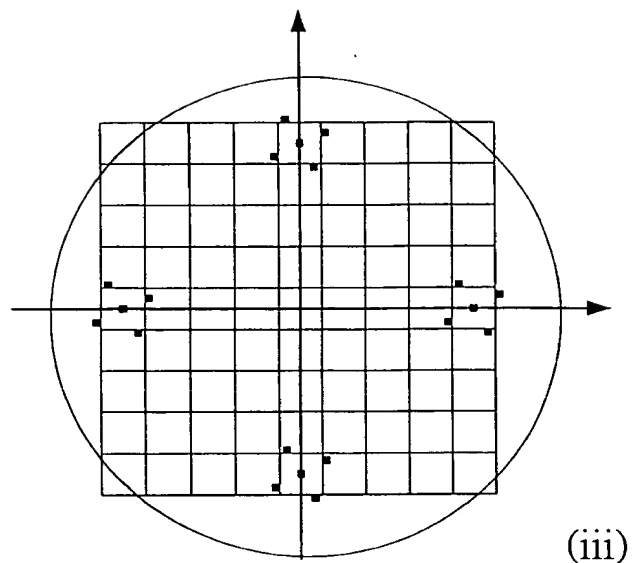
第8圖



第9圖

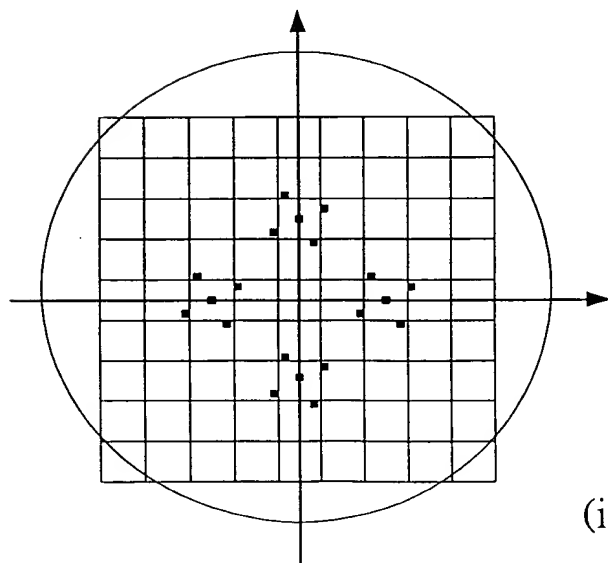


第10圖



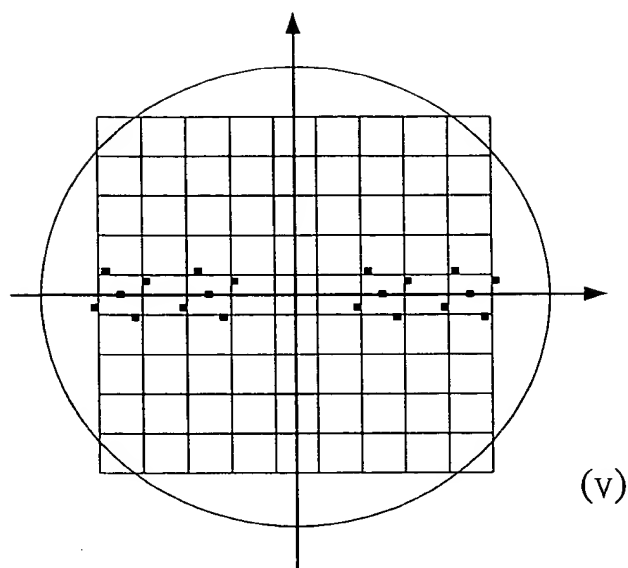
(iii)

第11圖



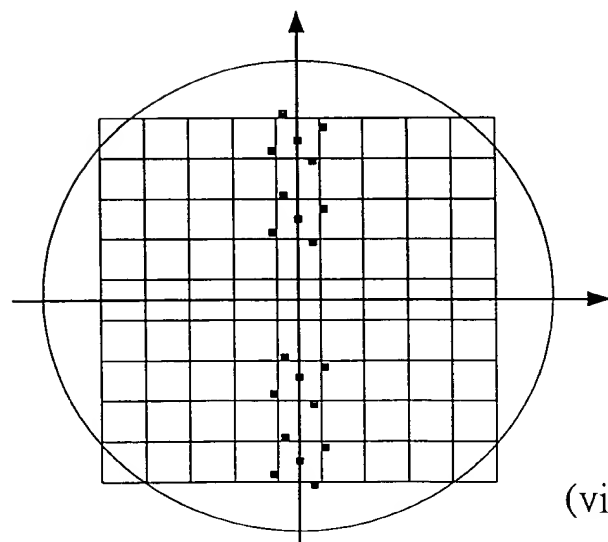
(iv)

第12圖



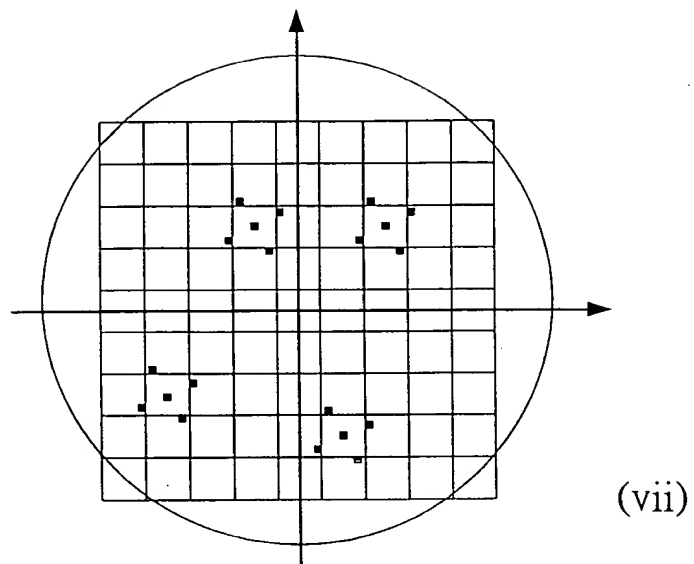
(v)

第13圖

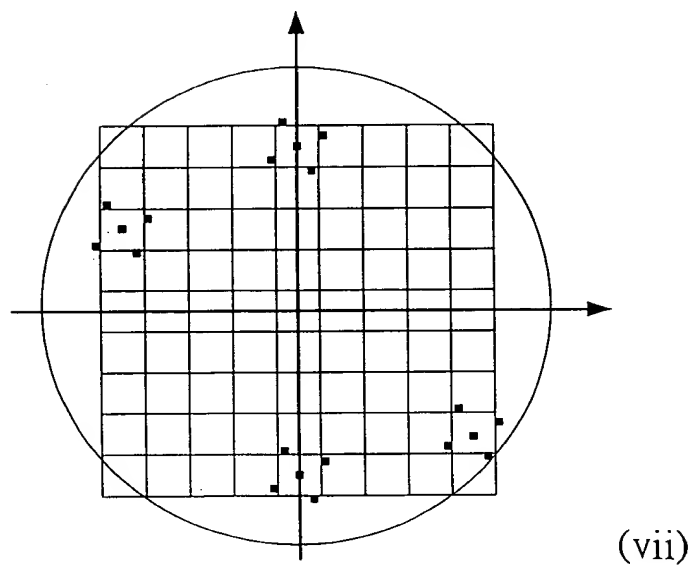


(vi)

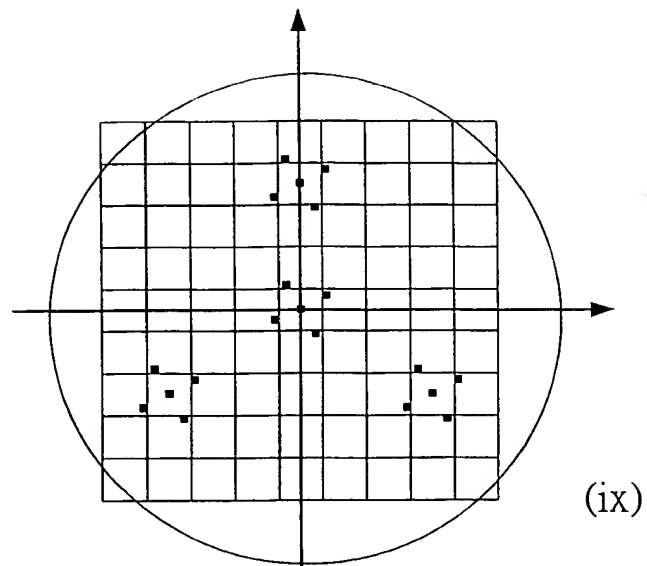
第14圖



第15圖

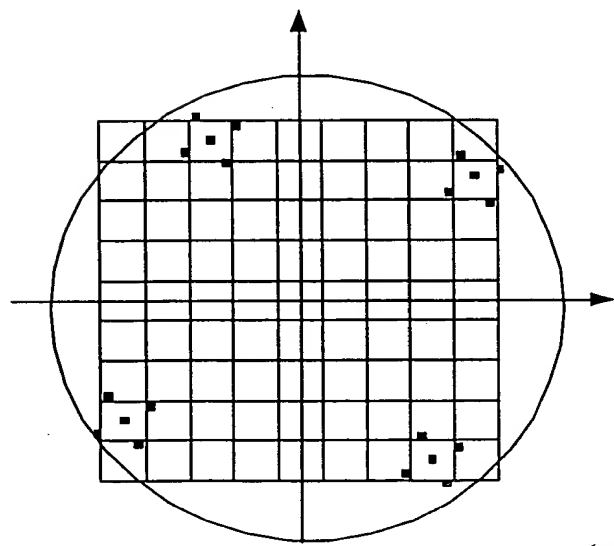


第16圖



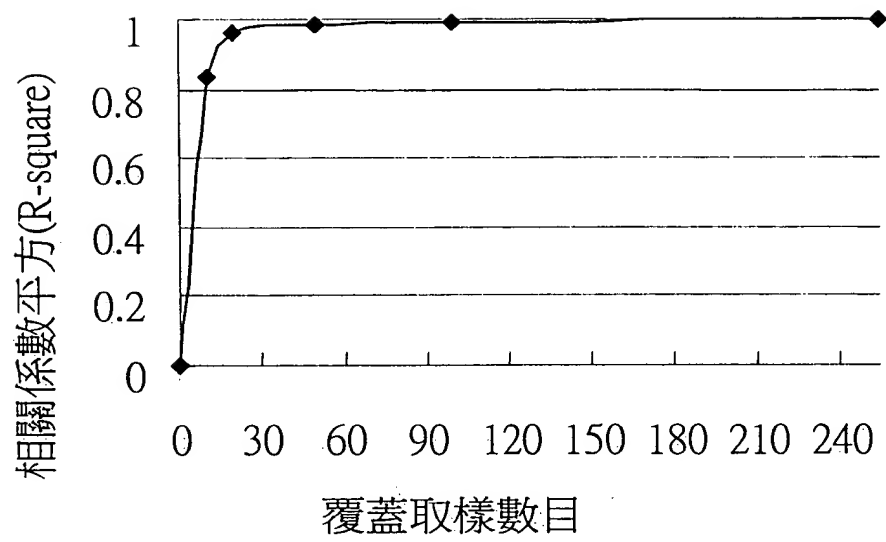
(ix)

第17圖

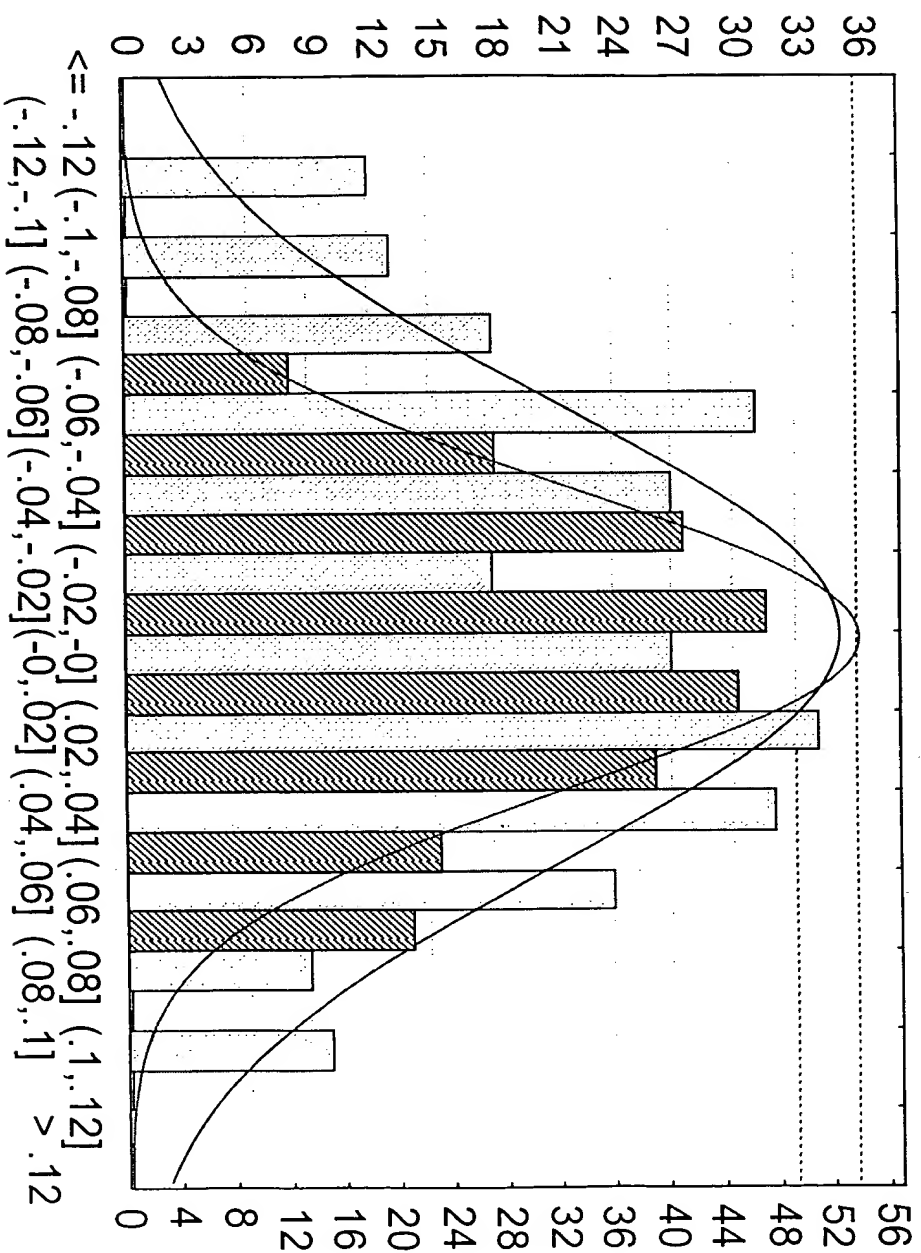


(x)

第18圖



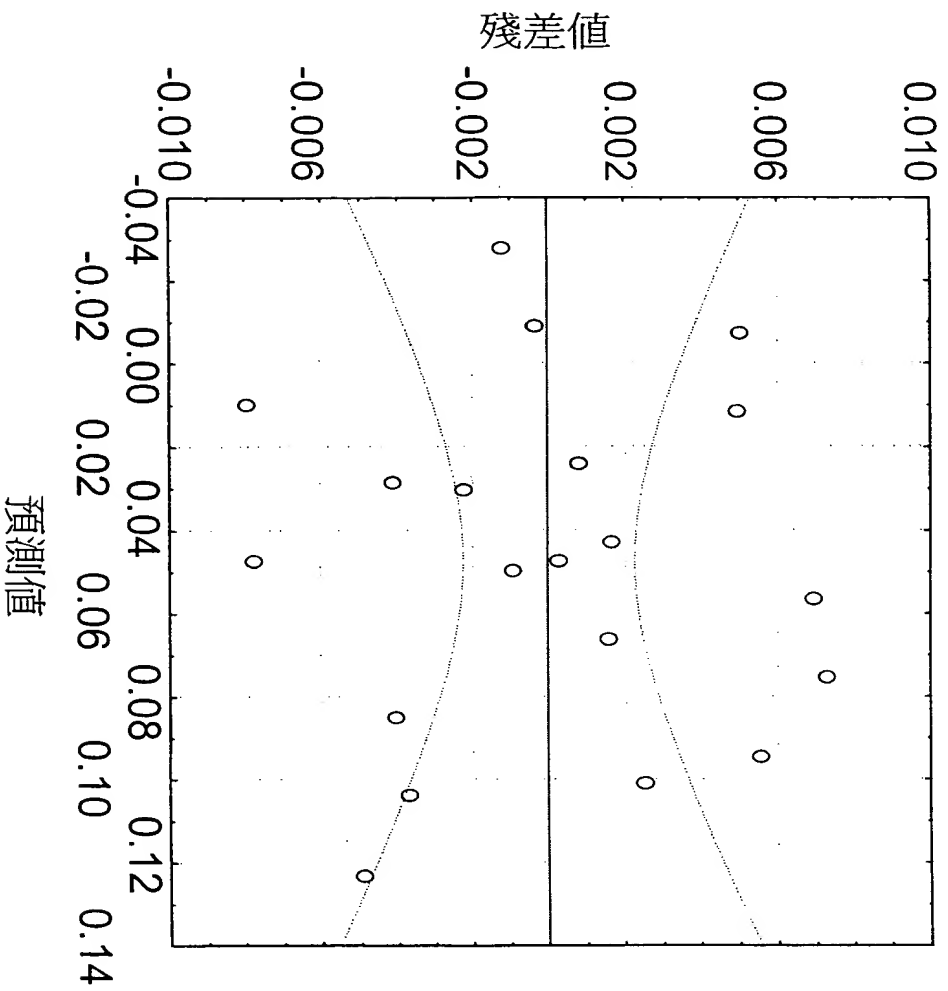
第19圖



第20圖

▨ 取樣型態(a)
 ▩ 取樣型態(d)

預測值VS.殘差值



第21圖